

51

Int. Cl. 2:

F02 C 7/12

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

DEUTSCHES



PATENTAMT

DT 26 28 807 A 1

11

Offenlegungsschrift 26 28 807

21

Aktenzeichen: P 26 28 807.3

22

Anmeldetag: 26. 6. 76

43

Offenlegungstag: 27. 1. 77

30

Unionspriorität:

32 33 31

30. 6. 75 USA 591877

54

Bezeichnung: Prallkühlsystem

71

Anmelder: General Electric Co., Schenectady, N.Y. (V.St.A.)

74

Vertreter: Schüler, H., Dipl.-Chem. Dr. rer.nat., Pat.-Anw., 6000 Frankfurt

72

Erfinder: Shu-Jen Hsia, Edward, Cincinnati, Ohio (V.St.A.)

DT 26 28 807 A 1

Dr. rer. nat. Horst Schüler
PATENTANWALT

2628807
6000 Frankfurt/Main 1 25. Juni 1976
Kaiserstrasse 41 Vo./he.
Telefon (0611) 235555
Telex: 04-16759 mapat d
Postscheck-Konto: 2824 20-602 Frankfurt/M.
Bankkonto: 225/0389
Deutsche Bank AG, Frankfurt/M.

3948-13DV-6610

GENERAL ELECTRIC COMPANY
1 River Road
SCHENECTADY, N.Y./U.S.A.

Prallkühlsystem

Die Erfindung bezieht sich auf Kühlsysteme und insbesondere auf solche für Gasturbinentriebwerke.

Das Ableiten von Wärme in Gasturbinentriebwerken stellt nach wie vor eine Herausforderung für Gasturbinentriebwerkskonstrukteure dar. Das Problem ist besonders herausfordernd bzw. gravierend in den Brenner- und Turbinenabschnitten des Gasturbinentriebwerks, wo die Temperaturen am größten sind. Beispielsweise sind in der Turbinendüse die den Strömungspfad begrenzenden Glieder dem direkten Aufprallen der Verbrennungsprodukte unterworfen. Mit größer werdenden Brennertemperaturen (die Entwicklung läuft zu Turbineneinlaßtemperaturen von mehr als 1090°C bzw. 2000°F) werden verbesserte Kühlverfahren wesentlich. Während zwar verbesserte Hochtemperaturmaterialien entwickelt wurden, die teilweise das Problem mindern, muß eine Steigerung bzw. Verstärkung durch ein Kühlfluidsystem erfolgen.

Grundsätzlich wurden drei Arten bezüglich einer Kühlung der Heißgas-Strömungspfadwandungen entwickelt. Sie werden in Abhängigkeit von den auftretenden Temperaturen und der Leichtigkeit einer Eingliederung einzeln oder in Kombination angewendet. Diese drei Kühlarten werden gewöhnlich als Konvektions-, Prall- und Filmkühlung bezeichnet. 609884/0325

Die Konvektionskühlung wird in Bereichen kleiner Gastemperaturen angewendet und besteht darin, daß Kühlluft durch einen Umlauf- oder Labyrinthpfad entlang der Seite der den heißen Gasen gegenüberliegenden und den Strömungspfad begrenzenden Wandung strömt.

Die Prallkühlung ist eine Form einer Konvektionskühlung, bei der Kühlluft in dünnen Strahlen mit hoher Geschwindigkeit gegen die den Strömungspfad begrenzende Wandung gegenüber den heißen Gasen geleitet wird. Die Luftstrahlen werden dadurch erzeugt, daß die Kühlluft durch eine poröse Einlage strömt, welche viele kleine einzelne Löcher aufweist.

Die Filmkühlung stellt ein Verfahren dar, bei dem eine Schicht aus Kühlluft zwischen den heißen Gasen und der Außen- bzw. Heißgasseite der den Strömungspfad begrenzenden Wandung aufrechterhalten wird. Die Kühlluftschicht wird dadurch gebildet, daß ein Luftstrom von einem den Heißgaskanal umgebenden Kühlraum durch eine Reihe von Öffnungen in der Wandung geleitet wird. In typischer Weise wird die über jeden örtlichen Bereich des Flügels verbreitete Kühlluftmenge durch das Muster und die Größe der Löcher festgesetzt.

Alle drei vorgenannten Prinzipien bzw. Konstruktionen neigen zu einer Verminderung der Spitzenwerte der Metalltemperaturen und der Temperaturgradienten, wodurch ein Anwenden höherer Turbineneinlaßtemperaturen möglich ist.

Allgemein würde sich ein ideales Kühlsystem mit einem oder allen obigen Prinzipien durch folgende Eigenschaften auszeichnen: (1) Große aerodynamische Leistungsfähigkeit, (2) minimaler Kühlmittelfluidverbrauch und (3) niedrige Kosten und einfache Wartung. Somit beinhaltet ein diesen Zielen näherkommendes Kühlsystem eine Verbesserung gegenüber dem Stand der Technik.

Bekannte Gestaltungen mit den vorstehenden Kühlsystemen sind im US-Patent 3 800 864 erörtert, auf das hiermit Bezug genommen wird. Dort sind einige der Nachteile gewisser bekannter Systeme aufgezählt.

In der Vergangenheit scheint der Art der Steuerung des Einspritzens (oder Entleerens) von Kühlfluid in den Heißgasstrom bei einer Anwendung einer Filmkühlung nur wenig Aufmerksamkeit ge-

schenkt worden zu sein. Wenn die Kühlluft in einer relativ zufälligen Weise in den Heißgasstrom entleert wird, wie es für bestehende Filmkühlungssysteme charakteristisch ist, entstehen Mischverluste, die zu einer Verminderung der Gasturbinendüsenleistungsfähigkeit neigen. Ferner wird bei typischen Kühlsystemen unter Anwendung der Konvektions- und Filmkühlung der kühlende Film von einer Vielzahl von Kammern zugeführt, die ihrerseits individuell von einem gemeinsamen Kühlraum versorgt werden. Die Filmkühlungslöcher in einer bestimmten Kammer unterliegen bezüglich des Druckverhältnisses von Loch zu Loch einer großen Veränderung, und zwar entweder infolge von Veränderungen bezüglich des statischen Heißgasdrucks an der heißen Seite der Filmkühlungslöcher oder infolge von Druckveränderungen in der Kühlmittelkammer als Ergebnis von Querströmungsdruckabfällen, die auftreten, wenn das Kühlmittel den Labyrinth-Konvektionskühlungskanal bewältigt. Die über den Löchern auftretende große Schwankung bezüglich des Druckverhältnisses innerhalb derselben Kammer kann eine Kühlmittelfehlverteilung begründen, die nur durch Einstellen der Lochgrößen oder -positionen behebbar ist.

Ein weiteres Problem, das ebenfalls bisher nicht gelöst wurde, besteht darin, daß der wirkungsvolle Effekt der Prallkühlung nicht vollständig ausgenutzt wird, wenn eine Gasturbinendüsenband-Filmkühlung in Verbindung mit einer Prallkühlung angewendet wird. Dies gilt wegen des sehr kleinen Wertes des für die Prallkühlung nutzbaren Druckverhältnisses, das durch die Vorderkantenbedingungen des Düsenbandes fixiert ist. Wenn mit anderen Worten das gesamte Turbinendüsenband von einem gemeinsamen Kühlraum einer Prall- und Filmkühlung unterworfen wird, bestimmt das Druckverhältnis an der Düsenvorderkante die Prallstrombedingungen, obwohl günstigere Bedingungen irgendwo innerhalb der Düse vorhanden sind.

Die vorliegende Erfindung verbessert die Kühlung, indem das leistungsfähige Prallkühlungspotential vollständig ausgenutzt wird. Dies erfolgt durch Ausnutzen der verfügbaren hohen Druckverhältnisse. Eine Fehlverteilung des Filmkühlungsstroms wird durch Angleichen des Druckverhältnisses über allen Löchern innerhalb derselben Kammer vermindert.

609884/0325

Die Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung besteht demnach in der Schaffung eines verbesserten Kühlsystems für Elemente, die Heißgaskanäle bzw. -durchgänge begrenzen. Es soll ein System geschaffen werden, bei dem die leistungsfähigen Wirkungen der Prallkühlung vollständig ausgenutzt werden. Das Kühlsystem soll eine verbesserte Filmkühlungsströmungsverteilung haben.

Die obige Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem eine einen Heißgasströmungspfad begrenzende Wandung mit einem Kühlkanal bzw. -durchgang umgeben wird. Eine Pralleinlage wird in dem Kanal unter Abstand zu der Wandung angeordnet, um dazwischen einen Kühlraum zu begrenzen. Eine Vielzahl von Öffnungen in der Einlage kann für eine Prallkühlung der Wandung sorgen. Der Raum kann durch Rippen in Abschnitte bzw. Kammern unterteilt werden, wobei sich die Rippen zwischen den Wandungen und der Einlage erstrecken und wobei ein Teil im wesentlichen vom anderen Teil des Kühlraums getrennt ist. Bei einer Ausführungsform sind vorbestimmte Rippen im wesentlichen mit den Isobaren des statischen Drucks im Heißgaskanal ausgerichtet. Nach der vorliegenden Erfindung sind Filmkühlungslöcher in jeder Kammer ebenfalls längs der Isobaren des statischen Drucks angeordnet. Diese Filmkühlungslöcher bilden ein Mittel zum Ablassen des Kühlmittelstroms von dem Kühlraum in den Heißgasstrom und zum Bilden einer Filmkühlung desselben. So wird eine gleichförmige Filmeinspritzung von dem Kühlraum längs der den Heißgasstrom begrenzenden Wandung erzielt, da alle Filmkühlungslöcher in einer Kammer demselben statischen Druckverhältnis unterworfen sind. Ferner kann das wirkungsvolle Prallkühlungspotential in solchen Kammern mit größeren Druckverhältnissen optimal ausgenutzt werden.

Ein anderer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß die Menge der in jede der einzelnen Kammern eingeführten Kühlluft entsprechend den örtlichen thermodynamischen Erwägungen bzw. Verhältnissen bestimmt und durch die Anzahl sowie Größe der Filmkühlungs- und -prallöffnungen bestimmt wird. Wenn die Filmkühlungslöcher bei Gasturbinentriebwerk-Düsenbändern angewendet werden, werden sie vorzugsweise stromaufwärts vom Düsenkanalhals angeordnet, um die Mischverluste zu vermindern.

Die Erfindung sowie deren Ziele und Vorteile werden nachfolgend an einem zeichnerisch dargestellten und keineswegs beschränkenden Ausführungsbeispiel näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 - in einem Schnitt einen Teil eines Gasturbinentriebwerks, bei dem die vorliegende Erfindung verwirklicht ist,
- Figur 2 - in einem Schnitt ein bekanntes Wandungskühlungssystem,
- Figur 3 - eine graphische Darstellung der Druckpegel in bestimmten Bereichen des bekannten Kühlungssystems aus Figur 2,
- Figur 4 - in Draufsicht ein Gasturbinentriebwerk-Düsenbandsegment mit Elementen der vorliegenden Erfindung,
- Figur 5 - das Düsenbandsegment aus Figur 4 in einem Schnitt längs der Linie 5-5,
- Figur 6 - in einer Figur 5 ähnelnden Ansicht das Düsenringsegment aus Figur 4 in einem Schnitt längs der Linie 6-6 und
- Figur 7 - das Düsenbandsegment aus Figur 4 in einer umgekehrt isometrischen Ansicht.

In den Zeichnungen bezeichnen ähnliche Hinweiszahlen einander entsprechende Elemente. Zunächst wird auf Figur 1 Bezug genommen, die im Querschnitt einen Teil eines allgemein mit 10 bezeichneten Gasturbinentriebwerks mit einem baulichen Rahmen 12 zeigt. Das Triebwerk enthält eine zwischen einer äußeren Verkleidung 16 und einer inneren Verkleidung 18 begrenzte Verbrennungskammer 14. Unmittelbar stromabwärts derselben befindet sich eine Reihe von Turbineneinlaßdüsenschaufeln 20, die von in Segmente unterteilten Düsenbändern 22 (an der radial äußeren Seite) und 24 (an der radial inneren Seite) getragen werden. Stromabwärts von den Düsenschaufeln 20 ist eine erste Reihe von Turbinenlaufschaufeln 26 angeordnet, die von einem drehbaren Turbinenrad bzw. -rotor 28 getragen werden. Die Laufschaufeln 26 sind von einer Ummantelung 30 umgeben.

Ein Heißgaskanal 32 wird somit zwischen den inneren sowie äußeren Düsenbändern 24 sowie 22 und zwischen der Laufschaufelplattform 34 sowie der umgebenden Ummantelung 30 bestimmt. Es wird davon ausgegangen, daß alle diese den Heißgaskanal 32 begrenzenden und teilweise bestimmenden Glieder der intensiven Hitze unterworfen sind, welche mit den aus dem Brenner 14 austretenden Verbren-

nungsprodukten verbunden ist. Die vorliegende Erfindung ist insbesondere auf eine wirksame und leistungsfähige Kühlung solcher Glieder gerichtet.

Zu diesem Zweck sind in herkömmlicher Weise Kühlluftdurchgänge bzw. -kanäle 36 sowie 38 an den radial äußeren und inneren Seiten des Heißgaskanals 32 angeordnet. Der Kanal 36 befindet sich zwischen der Brennerverkleidung 16 und dem Rahmen 12, während der Kanal 38 zwischen der Brennerverkleidung 18 und einem inneren Bauglied 40 begrenzt ist. In bekannter Weise wird ein Kühlfluid von einem stromaufwärts gelegenen Kompressor (nicht dargestellt) zu den zwei Kanälen bzw. Durchgängen 36 und 38 geführt, um eine Kühlluftversorgung für verschiedene Elemente des Triebwerks zu bilden.

Das Gasturbinentriebwerk, von dem ein Teil in Figur 1 dargestellt ist, arbeitet in der herkömmlichen Weise. Ein verdichteter Luftstrom wird in die Verbrennungskammer 14 geleitet, wo ein geeigneter Treibstoff verbrannt wird. Die Verbrennungsprodukte gelangen stromabwärts von der Kammer 14 zum Heißgaskanal 32 und in einen Eingriff mit der Düse 20 und den Laufschaufeln 26. Der Strom überträgt auf die Laufschaufeln 26 Rotationsenergie, um das Turbinenrad 28 zu drehen, welches zum Antreiben zugeordneter Triebwerkskompressorelemente dient. Der Heißgasstrom wird in Figur 1 nach rechts abgelassen, um einen in derselben Figur nach links gerichteten beträchtlichen Schub zu bilden.

Das Kühlsystem der vorliegenden Erfindung wird nunmehr unter Bezug auf das radial einwärts gelegene Düsenband 24 beschrieben; es ist jedoch ersichtlich und davon auszugehen, daß die vorliegende Erfindung auch leicht für eine Verwendung in Verbindung mit irgendeinem den Heißgaskanal bestimmenden ähnlichen Element anpaßbar ist. Das Kühlsystem der vorliegenden Erfindung ist beispielhaft in Figur 1 so dargestellt, daß es nicht nur mit inneren Bändern 24, sondern auch mit dem äußeren Band 22 zusammenarbeitet.

Figur 2 zeigt eine bekannte oben beschriebene Kühlvorrichtung, bei der eine zu kühlende Wandung 42 einer Einlage 44 mit einer Vielzahl von darin ausgebildeten kleinen Perforationen bzw. Löchern 46 zugeordnet ist. Durch diese Löcher 46 von einem Kühlkanal 47 gelangende Kühlluft tritt in einen Raum 48 zwischen der Einlage und der Wandung 42 ein, um dann im wesentlichen rechtwink-

lig auf die Wandung 42 aufzutreffen. Infolge dieses Aufprallvorgangs entsteht eine turbulente Strömung, und es wird Wärme bzw. Hitze durch Konvektion auf die Luft übertragen, die gemäß Darstellung durch eine Vielzahl von Öffnungen 50 abgelassen wird, um einen Kühlfluidfilm auf der Wandung 42 zu erzeugen. Wie es zuvor erläutert wurde, wird bei dieser Konfiguration nicht das leistungsfähige Aufprallkühlpotential vollständig ausgenutzt. Dies gilt wegen des für das Auftreffen bzw. Aufprallen bei einer Gasturbinentriebwerk-Düsenbandkühlung kleinen Druckverhältnisses, und dieses Verhältnis ist in typischer Weise durch die Düsenband-Anlaufseiten- bzw. -Vorderkantenbedingungen fixiert. So zeigt beispielsweise Figur 3 in graphischer Weise die Druckpegel in den bedeutenden Bereichen des bekannten Düsenbandes aus Figur 2. Im einzelnen verändern sich die statischen Druckpegel im Kühlkanal 47 (P_{47}), im Raum 48 (P_{48}) und der statische Druck des Heißgaskanals 32 (P_{32}) längs der Wandung 42 als Funktion der axialen Distanz entlang dieser Wandung. Die Druckpegel im Kanal bzw. Durchgang 47 und im Raum 48 sind infolge der Größe dieser Kammern und unter der Annahme (beispielhaft), daß die Strömungsgeschwindigkeit in jeder dieser Kammern vernachlässigbar ist, relativ konstant. Obwohl dieses in Wirklichkeit nicht exakt zutrifft, genügt dieses Beispiel zum Demonstrieren der einschlägigen Gestaltungen. Der statische Druck längs der Heißgasseite der Wandung 42 wird durch den Strom heißer Gase zu angrenzenden Düsenschaufeln 20 beeinflusst, wobei die Geschwindigkeit ein Maximum und der statische Druck ein Minimum an dem Düsenhals (Bereich einer minimalen Strömungsfläche) einnehmen. Das Druckverhältnis für die Aufprallkühlung ist einwandfrei das Verhältnis P_{47}/P_{48} , das längs des Düsenbandes konstant bleibt und durch den Vorderkantenwert von P_{32} festgesetzt wird. Dies gilt wegen der Tatsache, daß P_{47} den Wert von P_{48} und dieser wiederum den Wert von P_{32} übersteigen müssen. Das Druckverhältnis P_{48}/P_{32} (das zum Ausstoßen des Kühlfluids und zum Erzeugen des Kühlfilms längs der Wandung 42 dient) übersteigt das Erfordernis bzw. den Bedarf in der Nähe des Düsenhalses. Jedoch ist nichts von diesem Überschuß nutzbar, um die Aufprallkühlung in der Konfiguration aus Figur 2 zu unterstützen. Somit ist die Aufprallkühlung durch die Düsenbandvorderkante begrenzt.

Eine andere Schwierigkeit bei der Konfiguration aus Figur 2 besteht darin, daß zumindest ein Teil des Kühlmittelstroms seitlich bzw. quer im Raum 48 zu einer Filmöffnung 50 strömt. Dieser Querstrom führt zu einer wirksamen Verminderung des Aufprallwärmeübertragungskoeffizienten und kann unter gewissen Umständen Querstromdruckabfälle im Raum 48 begründen. Wenn verschiedene Öffnungen 50 unterschiedlichen Druckverhältnissen unterworfen werden, kann ein ungleichförmiger Fluidauswurf entstehen, wodurch eine Fehlverteilung des Kühlmittels und hiermit verbundene überhitzte Stellen hervorgerufen werden können.

Diese Probleme werden durch die vorliegende Erfindung vermindert, wie sie in den Figuren 4 bis 7 dargestellt ist. Figur 4 zeigt in Draufsicht einen Querschnitt eines Teils eines Gasturbinentriebwerks nach der vorliegenden Erfindung, während Figur 5 als Schnitt längs der Linie 5-5 aus Figur 4 die vorliegende Erfindung weitgehend in der Weise zeigt, wie es im Zusammenhang mit dem Stand der Technik in Figur 2 dargestellt ist. Das Düsenband 24 (oder allgemeiner die Wandung 24) hat eine den Heißgaskanal 32 begrenzende erste Seite 52 und eine einen Kühllufttraum 56 teilweise begrenzende zweite Seite 54. Eine den Raum 56 weiter begrenzende Abdeckplatte oder Einlage 58 ist radial einwärts von der zweiten Seite 54 angeordnet. Der Kühlluftkanal 38 ist durch die Einlage 58 begrenzt, und eine Vielzahl von Öffnungen 60 bildet Mittel zum Einführen von Kühlluft in den Raum 56. Eine zweite Vielzahl von Öffnungen 62 (die Ablassmittel bilden) ist unter einem spitzen Winkel zur Wandung 24 verlaufend angeordnet und verbindet den Raum 56 mit dem Heißgaskanal 32. Somit bilden die letztgenannten Öffnungen Mittel zum Ablassen von Kühlluft von dem Raum in einem sich über die erste Seite 52 erstreckenden Film, nachdem diese Luft die zweite Seite 54 durch Aufprallen gekühlt hat.

Entsprechend einem Hauptziel der vorliegenden Erfindung beinhaltet diese ein System zum vollständigeren Ausnutzen der leistungsfähigen Wirkungen einer Prallkühlung. Zu diesem Zweck trägt die zweite Seite 54 gemäß Darstellung eine Vielzahl von aufrecht stehenden Rippengliedern 64, die sich zwischen dem Band 24 und der Einlage 58 erstrecken, um den Raum 56 in eine Vielzahl von im wesentlichen getrennten einzelnen Abteilungen 66 aufzuteilen,

609884/0325

die jeweils Mittel zum Einführen (Öffnungen 60) und Mittel zum Ausstoßen (Öffnungen 62) des Kühlfluids haben. Die Rippe 64 erstreckt sich auch seitlich (Figuren 4 und 6) zwischen angrenzenden Düsenschaufeln 20a und 20b. Somit werden in dem Düsenband einzelne Abteilungen bzw. Kammern gebildet, und wegen einer weitgehenden gegenseitigen Trennung derselben besteht keine Abhängigkeit von den Filmkühlöffnungen 62 an der Vorderkante des Düsenbandes bezüglich des Einstellens des Druckverhältnisses für das Aufprallkühlen wie im Fall der bekannten Beispiele aus den Figuren 2 und 3. Jede Kammer kann in bezug auf die Aufprallkühlung maximal bzw. optimal gestaltet werden, und zwar durch sorgfältige Auswahl der Größe, Anzahl und Lage der Aufprallöffnungen 60.

Entsprechend einem anderen Hauptziel der vorliegenden Erfindung beinhaltet diese ein System mit einer verbesserten Filmkühlungsströmungsverteilung. Zu diesem Zweck sind in einer in den Figuren 4 bis 7 dargestellten Ausführungsform Rippen 64 so angeordnet, daß sie im wesentlichen den Konturen des statischen Drucks an der Heißgasseite oder den Isobaren bzw. Gleichdrucklinien des statischen Drucks folgen, die durch aerodynamische Konstruktionsbetrachtungen erzielt werden. Mit anderen Worten erzeugt der Strom heißer Gase im Kanal 32 und zwischen den Düsenschaufeln 20 ein statisches Druckprofil längs der Seite 52, wobei sich Linien konstanten statischen Drucks (Isobar-Linien) zwischen der Saugoberfläche 68 der entsprechenden Düsenschaufel 20a und der Druckoberfläche 70 der entsprechenden Düsenschaufel 20b erstrecken. Die Rippen 64 sind so angeordnet, daß sie bestimmten ausgewählten Konturen folgen.

Nach der vorliegenden Erfindung sind die für jede Kammer 66 vorhandenen Filmkühlungsöffnungen 62 ebenfalls mit Linien konstanten statischen Drucks ausgerichtet, so daß jede Öffnung 62 in einer Kammer 66 demselben Druckverhältnis unterworfen ist, obwohl sich dieses Verhältnis von Kammer zu Kammer verändert. Dieses führt zu einer Verminderung des Querstromverlustes und zum Erreichen eines gleichförmigen Filmauswurfs, da jede Öffnung in einer Kammer dieselbe Kühlstrommenge leitet, sofern die Größen der Öffnungen einander gleich sind.

Somit hat im Betrieb jede Kammer ein von ihrer axialen Lage abhängiges unterschiedliches Kühlmitteldruckverhältnis, und die leistungsfähige Wirkung der Aufprallkühlung wird vergrößert. Das Band 24 ist so gestaltet, daß es an der Seite 54 durch ein vorgeschriebenes Muster von Kühlmittelstrahlen gekühlt wird, die aus den Öffnungen 60 in der Einlage 58 auftreffen bzw. aufprallen und vom Kühlmitteldurchgang 38 zugeführt werden. Die zugeführte Aufprallluft wird in der zugeordneten Kammer 66 gesammelt, die zum Teil von den Rippen 64 begrenzt wird, und aus dieser Kammer über die Reihen der Öffnungen 62 abgelassen, welche unter einem spitzen Winkel zum Band 24 verlaufen, um längs der ersten Seite 52 einen Kühlfilm zu erzeugen. Dementsprechend wird die Querstromwirkung auf die Wärmeübertragung, den Druckabfall und die Strömungsfehlverteilung innerhalb der Kammer vermindert, indem ein kurzer Querstrompfad und im wesentlichen dasselbe Druckverhältnis über jeder Öffnung angewendet werden. Der Einfluß von nicht angepaßten Öffnungsgrößen ist vermindert.

Die vorliegende Erfindung sorgt für eine große Anpassungsfähigkeit bezüglich der Filmlochlage. Es ist besonders wichtig, die Kühlmittel/Heißgasmischverluste zu vermindern, indem das Kühlmittel in den Heißgasstrom in einem Bereich relativ niedriger Mach-Zahl eingeblasen wird. Deshalb sind die Filmkühlungsöffnungen 62 stromaufwärts von dem Düsenhals 72 und somit dort angeordnet, wo die Mach-Zahl relativ niedrig ist. Für die Aufprallkühlung benutzte Kühlmittelgase in den Kammern hinter dem Düsenhals werden durch eine Vielzahl von Öffnungen 74 längs der hinteren Seite des Düsenbandes 24 ausgestoßen, wie es in den Figuren 4 und 7 dargestellt ist. Diese Öffnungen 74 sind mit dem aus den Düsenschaufeln 20 austretenden heißen Hauptgasstrom ausgerichtet, um Mischverluste zu vermindern.

Dem Fachmann ist es offensichtlich, daß im Rahmen der vorliegenden Erfindung bestimmte Änderungen vorgenommen werden können. Beispielsweise können die erfindungsgemäßen Maßnahmen gemäß der vorherigen Erörterung in irgendeine einen Heißgasströmungspfad begrenzende Wandung (entweder drehbar oder stationär) eingebaut werden, und die Erfindung ist nicht auf Turbinendüsenschaufeln beschränkt.

- Ansprüche -

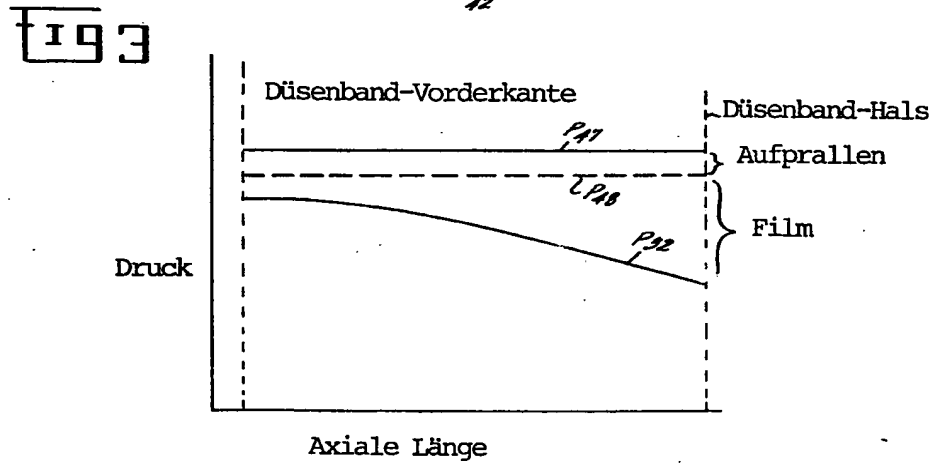
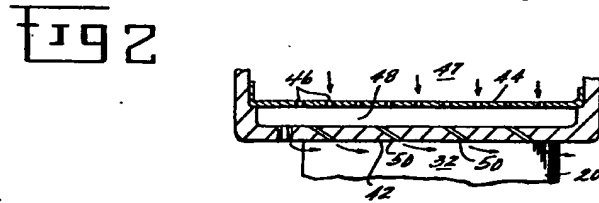
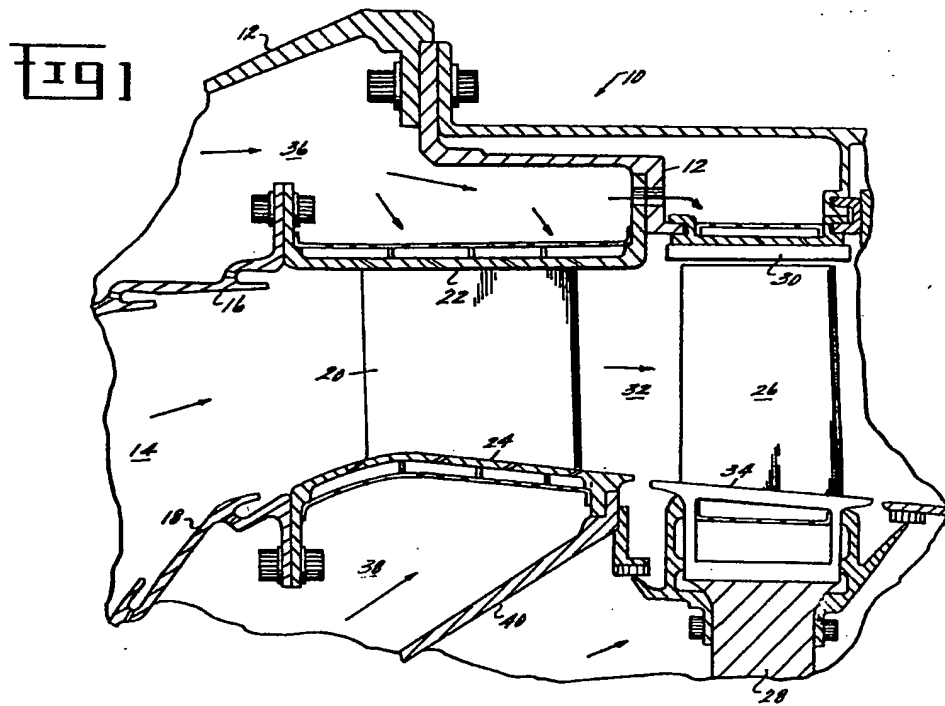
Ansprüche

1. Fluidgekühltes Element zum teilweisen Begrenzen eines Heißgasdurchgangs bzw. -kanals, gekennzeichnet durch eine Wandung (24) mit ersten sowie zweiten Seiten (52, 54), wobei die erste Seite (52) den Heißgaskanal (32) und die zweite Seite (54) teilweise einen Kühlraum (56) begrenzen, durch Mittel (38) zum Leiten von Kühlfluid in den Kühlraum (56) und durch Rippenmittel (64), die den Kühlraum (56) in eine Vielzahl von im wesentlichen voneinander getrennten Kammern (66) unterteilen, wobei jede der Kammern (66) Mittel (60) zum Aufprallen von Kühlfluid auf die zweite Seite (54) und Mittel (62) zum Ablassen des Kühlfluids aufweist, so daß die Mengendes einer jeden Kammer (66) zugeführten Fluids unabhängig voneinander bestimmt werden können, und wobei sich das Element ferner dadurch auszeichnet, daß die Ablassmittel (62) in jeder Kammer (66) in einer Reihe angeordnet sind, die sich entlang den Isobaren des statischen Drucks im Heißgaskanal (32) erstreckt.
2. Element nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ablassmittel (62) eine erste Vielzahl von Öffnungen aufweisen, die die Kammern (66) und den Heißgaskanal (32) verbinden.
3. Element nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch eine Einlage (58), die die Kammern (66) weiter begrenzt und von der zweiten Seite (54) unter Abstand angeordnet ist, um teilweise einen Kühlfluidkanal bzw. -durchgang zu begrenzen, wobei sich die Rippenmittel (64) im wesentlichen radial zwischen der Wandung (24) und der Einlage (58) erstrecken.
4. Element nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufprallmittel (60) eine zweite Vielzahl von Öffnungen aufweisen, die den Kühlfluidkanal (38) strömungsmäßig mit den Kammern (66) verbinden.
5. Element nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnungen (62) der ersten Vielzahl unter einem spitzen Winkel zu der Wandung (24) angeordnet sind und hierdurch zur ersten Seite (52) führen.

6. Element nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß vorbestimmte Rippen der Rippenmittel (64) im wesentlichen mit den Isobaren des statischen Drucks im Heißgaskanal (32) ausgerichtet sind.
7. Element nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß es einen Teil eines Heißgaskanals (32) zwischen angrenzenden Düsen-schaufeln (20, 20a, 20b) begrenzt, und daß sich die vorbestimmten Rippen der Rippenmittel (64) zwischen angrenzenden Düsen-schaufeln (20a, 20b) erstrecken.
8. Element nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß es einen Teil eines Heißgaskanals (32) zwischen angrenzenden Düsen-schaufeln (20, 20a, 20b) mit einem dazwischen befindlichen Düsenhals begrenzt bzw. bestimmt und daß die erste Vielzahl von Öffnungen (62) stromabwärts von dem Düsenhals angeordnet ist.
9. Element nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine der Kammern (66) Kühlfluid in weitgehender Ausrichtung mit dem Heißgasstrom durch einen Wandungsrand abläßt.
10. Fluidgekühltes Element zum teilweisen Begrenzen eines Heißgaskanals bzw. -durchgangs, gekennzeichnet durch eine Wandung (24) mit ersten sowie zweiten Seiten (52, 54), wobei die erste Seite (52) den Heißgaskanal (32) und die zweite Seite (54) teilweise einen Kühlraum (56) begrenzen, durch Mittel (60) zum Aufprallen von Kühlfluid auf die zweite Seite (54) und durch eine Vielzahl von Öffnungen (62) zum Ablassen des Kühlfluids aus dem Raum (56) in einen sich längs der ersten Seite (52) erstreckenden Kühlfilm, und wobei sich das Element ferner dadurch auszeichnet, daß die Öffnungen (62) in einer vorbestimmten Reihe ausgerichtet sind, die sich im wesentlichen längs der Isobaren des statischen Drucks im Heißgaskanal (32) erstreckt.

13
Leerseite

.A.



609884/0325

F02C

7-12

AT:26.06.1976 OT:27.01.1977

ORIGINAL INSPECTED

A.

